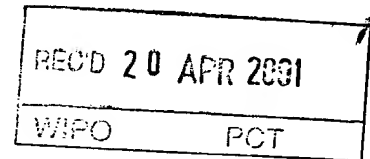


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

09/936827

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

DE 01/89

EJU

# 9  
17 Jan 02  
R. Talbot**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

100 01 800.9

**Anmeldetag:**

18. Januar 2000

**Anmelder/Inhaber:**

OM Engineering GmbH, Duisburg/DE

**Bezeichnung:**Verfahren und Vorrichtung zur Messung insbesonde-  
re von Oberflächentopologien in mikroskopischer  
Auflösung**IPC:**

G 01 B, G 12 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 9. April 2001

**Deutsches Patent- und Markenamt****Der Präsident**

Im Auftrag

Agurks

OM Engineering GmbH  
Bismarckstraße 120, 47057 Duisburg

## **Verfahren und Vorrichtung zur Messung insbesondere von Oberflächentopologien in mikroskopischer Auflösung**

---

### **Zusammenfassung:**

Bei einem Verfahren zur Messung insbesondere zur Messung von Oberflächentopologien in mikroskopischer Auflösung, bei dem ein Meßsensor und eine zu detektierende Probe relativ zueinander in x-y-Richtung verfahren werden, wobei die Verfahrensbewegung mittels eines Controllers, der die Meßwerte des Sensors aufnimmt, gesteuert wird, wobei nach dem Start von Sensor und Verfahrensbewegung in definierten Abständen der Sensor ausgelesen wird und einzelne detektierte Profile, die voneinander in einer senkrechten zur Profilrichtung liegenden Dimension ortsverschoben sind, nach erfolgter Messung zu einer Meßfläche zusammengefaßt werden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß über einen software-Befehl die Verfahrensteuerung zum Starten der Verfahrensbewegung veranlaßt wird, in diskreten und konstanten Ortsabständen von dem verfahrenen Element positionsgebende Trigger-Impulse zur ortsbezogenen Auslesung des Sensors abgenommen werden, aus den so gewonnenen Grundsignalen mittels elektronischer Datenverarbeitung abgeleitete ihrerseits ortsbezogene Signale erzeugt werden, die zur Triggerung der Meßwertaufnahme des Sensors dienen und die erhaltenen Meßwerte gespeichert und dann asynchron zum Controller übertragen werden.

OM Engineering GmbH  
Bismarckstraße 120, 47057 Duisburg

## Verfahren und Vorrichtung zur Messung insbesondere von Oberflächentopologien in mikroskopischer Auflösung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung insbesondere von Oberflächentopologien in mikroskopischer Auflösung, bei dem ein Meßsensor und eine zu detektierende Probe relativ zueinander in x-y-Richtung verfahren werden, wobei die Verfahrbewegung mittels eines Controllers, der die Meßwerte des Sensors aufnimmt, gesteuert wird, wobei nach dem Start von Sensor und Verfahrbewegung in definierten Abständen der Sensor ausgelesen wird und einzelne detektierte Profile, die voneinander in einer senkrechten zur Profilrichtung liegenden Dimension ortsverschoben sind, nach erfolgter Messung zu einer Meßfläche zusammengefaßt werden.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einem oberhalb einer Probenoberfläche angeordneten Abstandssensor und einem Probenträger, die relativ zueinander in x-y-Richtung motorisch verfahrbar sind, eine Steuerung für die Verfahrbewegung und einem Controller, der einerseits mit dem Sensor zur Aufnahme der Sensormeßwerte und andererseits mit der Steuerung für die Verfahrbewegung verbunden ist.

Derartige Oberflächen-Meßgeräte dienen der Inspektion technischer Oberflächen in mikroskopischer Auflösung. Bei der Inspektion können an definierten Orten einer Probe Oberflächenhöhen gemessen werden. Das Meßgerät ist zusätzlich mit einer präzisen Koordinaten-Steuerung ausgestattet. Anwendung findet das Gerät in allen Bereichen der Mikrostrukturtechnologien.

Die Ortsauflösung des Sensors liegt in der Größenordnung von  $1 \mu\text{m}$ .

Stand der Technik ist es, daß zur Messung von Höhenprofilen der die Probe tragende Tisch in einer kontinuierlichen Bewegung zwischen zwei Orten verfahren wird, wobei gleichzeitig in definierten Zeitabständen der Sensor ausgelesen wird.

Über ein Software-Start-Signal werden Tisch und Sensor dabei kurz hintereinander gestartet. Zur Messung zusammenhängender Ortsbereiche in beiden Dimensionen werden einzelne Profile, die voneinander in einer senkrecht zur Profilrichtung liegenden Dimension ortsverschoben sind, nach erfolgter Messung zu einer Meßfläche zusammengefaßt.

Der Abstand benachbarter Meßpunkte  $dx$  des derart gemessenen Profils läßt sich wie folgt beschreiben:

$$dx = v \cdot dt$$

Bei als konstant angenommener Verfahrensgeschwindigkeit  $v$  bei in Zeitabständen von  $dt$  gemessenen Werten kann somit der Ort  $x$  des  $i$ -ten Meßpunktes wie folgt nachträglich bestimmt werden (der Startpunkt gilt als Bezugspunkt):

$$X(i) = i \cdot dx$$

Die Problematik dieses bekannten Verfahrens besteht darin, daß der Start von Tisch und Sensorauslesung mit einem nicht konstanten Zeitverzug behaftet ist. Ursache hierfür ist, daß die Tischsteuerung und der Sensor von einem Controller softwaremäßig angesteuert werden und daß es sich bei dem verwendeten Controller in der Regel nicht um ein Echtheitssystem handelt. Hieraus leitet sich eine Ortsungenauigkeit des Startpunktes ab.

Diese Ortsungenauigkeit ist aufgrund der zeitbezogenen Auslesung gemäß der obengenannten Gleichung geschwindigkeitsproportional. Sensoren, die aufgrund ihrer hohen Grenzfrequenz

schneller (d.h. in kürzeren Zeitabständen) ausgelesen werden können, erlauben bei gleichbleibender Ortsauflösung eine höhere Verfahrensgeschwindigkeit  $v$ . Hierbei erhöht sich jedoch der Einfluß der Problematik. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der Nicht-Konstanz der Verfahrensgeschwindigkeit  $v$ .

Gemäß der obengenannten Gleichung treten dann Ortsungenauigkeiten auf. Ursache für die Nicht-Konstanz ist u.a. das Beschleunigungsverhalten des Tisches aus Gründen der Massenträgheit, dem seitens der Tischsteuerung mit einer Beschleunigungs- und Abbrems-Rampenfunktion Rechnung getragen werden muß.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu führen, daß die örtliche Genauigkeit bei der Messung von ortsbezogenen Meßsignalen verbessert wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 dadurch, daß über einen software-Befehl die Fahrsteuerung zum Starten der Fahrbewegung veranlaßt wird, in diskreten und konstanten Ortsabständen von dem fahrenden Element positionsgebende Trigger-Impulse zur ortsbezogenen Auslesung des Sensors abgenommen werden, aus den so gewonnenen Grundsignalen mittels elektronischer Datenverarbeitung abgeleitete ihrerseits ortsbezogene Signale erzeugt werden, die zur Triggerung der Meßwertaufnahme des Sensors dienen und die erhaltenen Meßwerte gespeichert und dann asynchron zum Controller übertragen werden.

Vorrichtungsmäßig wird die Aufgabe gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 2 gelöst, nämlich dadurch, daß an dem fahrbaren Element ein Positionsgeber vorgesehen ist, dessen Signale mittels eines dem Sensor vorgeschalteten und der Fahrsteuerung nachgeschalteten Interfaces in ortsbezogene abgeleitete Trigger-Signale zur Triggerung der Meßwertaufnahme des Sensors umgewandelt werden und daß die richtungsabhängigen Ortsinkremente in einem Speicher summiert werden, wobei die Richtungserkennung mittels einer Programmierlogik erfolgt.

Die in der Einleitung angesprochene Problematik wird erfindungsgemäß somit dadurch umgangen, daß durch die Zwischenschaltung des Sensor-Interfaces und die Abnahme von Positionssignalen lediglich ein Startsignal für die Verfahrensbewegung nötig ist.

Statt der dem Controller zugeführten Meßwerten in definierten Zeitabständen können gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren die ermittelten Meßwerte asynchron ausgelesen werden.

Bevorzugterweise ist die Probe auf einem in x-y-Richtung verfahrbaren Tisch angeordnet. Es ist jedoch auch denkbar (gemäß Anspruch 4), daß der Sensor verfahrbar ist.

Es wird jedoch im folgenden die Erfindung am Beispiel des verfahrbaren Tisches erläutert:

Zur Abnahme der positionsgebenden Trigger-Impulse, deren Ortsabstände diskret und konstant sind, wird ein inkrementeller Winkel-Encoder am Tisch vorgesehen, und zwar an der entsprechenden Achse desjenigen Motors, in dessen Richtung die Fahrtrichtung des Meßprofils fällt.

Als Alternative dazu kann aber auch ein inkrementeller oder absolut messender Positionsgeber direkt am Tisch angebracht sein, vorzugsweise ein sogenannter Glasmaßstab.

Die von den Positionsgebern erhaltenen Grundsignale (Primärsignale) werden mittels elektronischer Datenverarbeitung zu abgeleiteten Signalen umgewandelt, die ihrerseits ortsbezogen sind. Insbesondere wird hierzu ein programmierbarer Mikro-Controller eingesetzt. Dieser Mikro-Controller kann auch Bestandteil der Tischsteuerung sein. Die abgeleiteten Signale dienen der absoluten (nicht nur inkrementellen) Ortsbestimmung.

Als "abgeleitete" Signale können Signale aufgefaßt werden, die sowohl mittels digitaler elektronischer Schaltungstechnik als

auch mit Hilfe der Programmierung von Mikroprozessoren aus den als Digitalsignale vorliegenden Eingangssignalen erzeugt werden. So ist es z.B. möglich, eine digitale Teilung des Grundsignals vorzunehmen, so daß nur jeder n-te Impuls eine Triggerung des Meßwertsignals auslöst. (mit  $n > 1$ ). Damit wird der Orsabstand der Messungen definiert vergrößert.

Die Datenverarbeitung setzt neben einer Programmierlogik auch eine Speicherlogik voraus, da eine Summation der richtungsabhängigen Ortsinkremente zur absoluten Ortsbestimmung nötig ist. Die Erkennung der Richtungen erfolgt innerhalb der Programmierlogik.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

Bild 1: schematischer Schaltungsaufbau des Oberflächen-Meßgeräts,

Bild 2: schematische Schaltungsanordnung gemäß Stand der Technik.

In Bild 2 ist schematisch der Aufbau eines Oberflächenmeßgeräts gemäß Stand der Technik dargestellt. Es besteht im wesentlichen aus einem Abstandssensor 1 (vorzugsweise ein Laserfleck-Sensor), einer Steuerung 2 für die Verfahrbewegung in x-y-Richtung eines Verfahrtes 3, auf dem eine zu detektierende Probe angeordnet ist. Der Sensor 1 ist oberhalb der Probe fest angeordnet. Der Tisch 3 mit der drauf befindlichen Probe wird in einer kontinuierlichen Bewegung zwischen zwei Orten verfahren, wobei gleichzeitig in definierten Zeitabständen der Sensor ausgelesen wird. Die Meßwerte werden in definierten Zeitabständen einem Controller 4 (vornehmlich ein PC) übertragen. Der Controller 4 sendet jeweils ein Startsignal an den Sensor 1 sowie an die Steuerung 2. Hiermit werden Tisch und Sensor kurz hintereinander gestartet.

Bei als konstant angenommener Verfahrensgeschwindigkeit  $v$  kann hierbei bei in definierten Zeitabständen gemessenen Werten der Ortsabstand nachträglich zugeordnet werden.

In Bild 1 ist der schematische Aufbau eines Oberflächenmeßgeräts gemäß der Erfindung dargestellt. Dieses Meßgerät unterscheidet sich im wesentlichen von dem bekannten Meßgerät durch ein zwischen der Steuerung 2 und dem Sensor 1 zwischengeschaltetes Sensor-Interface 5 und dadurch, daß der Controller 4 lediglich an die Steuerung ein Startsignal abgibt.

Am Tisch 3 werden laufend Positionssignale abgenommen (beispielsweise mittels eines Winkelcodierers oder eines am Tisch 3 angeordneten Glasmaßstabs), die über die Steuerung dem Interface 5 zugeführt werden. In diesem Interface werden die Positionssignale (Grundsignale) in abgeleitete Signale umgewandelt, die zur Triggerung der Meßwertaufnahme des Sensors dienen. Hierzu weist das Interface 5 neben einer Programmierlogik auch eine Speicherlogik auf, in der die richtungsabhängigen Ortsinkremente zur absoluten Ortsbestimmung aufsummiert werden. Die Programmierlogik ist u.a. für die Erkennung der Richtungen erforderlich. Die gespeicherten Meßwerte werden dann asynchron zum Controller 4 übertragen.

Auf diese Weise (also durch die absolute Ortsbestimmung mit Hilfe der abgeleiteten Signale) wird die örtliche Genauigkeit der Messung der ortsbezogenen Meßsignale gegenüber der in Bild 2 dargestellten Methode erheblich verbessert.



- 7 -

OM Engineering GmbH  
Bismarckstraße 120, 47057 Duisburg

## Verfahren und Vorrichtung zur Messung insbesondere von Oberflächentopologien in mikroskopischer Auflösung

### Patentansprüche:

1. Verfahren zur Messung insbesondere zur Messung von Oberflächentopologien in mikroskopischer Auflösung, bei dem ein Meßsensor und eine zu detektierende Probe relativ zueinander in x-y-Richtung verfahren werden, wobei die Verfahrbewegung mittels eines Controllers, der die Meßwerte des Sensors aufnimmt, gesteuert wird, wobei nach dem Start von Sensor und Verfahrbewegung in definierten Abständen der Sensor ausgelesen wird und einzelne detektierte Profile, die voneinander in einer senkrechten zur Profilrichtung liegenden Dimension ortsverschoben sind, nach erfolgter Messung zu einer Meßfläche zusammengefaßt werden, dadurch gekennzeichnet, daß über einen software-Befehl die Verfahrsteuerung zum Starten der Verfahrbewegung veranlaßt wird, in diskreten und konstanten Ortsabständen von dem verfahrenden Element positionsgebende Trigger-Impulse zur ortsbezogenen Auslesung des Sensors abgenommen werden, aus den so gewonnenen Grundsignalen mittels elektronischer Datenverarbeitung abgeleitete ihrerseits ortsbezogene Signale erzeugt werden, die zur Triggerung der Meßwertaufnahme des Sensors dienen und die erhaltenen Meßwerte gespeichert und dann asynchron zum Controller übertragen werden.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem oberhalb einer Probenoberfläche angeordneten Abstands-Sensor und einem Probenträger, die relativ zueinander in x-y-Richtung motorisch verfahrbar sind, einer Steuerung für die Verfahrensbewegung und einem Controller, der einerseits mit dem Sensor zur Aufnahme der Sensor-Meßwerte und andererseits mit der Steuerung für die Verfahrensbewegung verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß an dem verfahrbaren Element (1,3) ein Positionsgeber vorgesehen ist, dessen Signale mittels eines dem Sensor (1) vorgeschalteten und der Verfahrenssteuerung (2) nachgeschalteten Interfaces in ortsbezogene abgeleitete Trigger-Signale zur Triggerung der Meßwertaufnahme des Sensors (1) umgewandelt werden und daß die richtungsabhängigen Ortsinkremente in einem Speicher summiert werden, wobei die Richtungserkennung mittels einer Programmierlogik erfolgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Probe auf einem in x-y-Richtung verfahrbaren Tisch (3) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (1) in x-y-Richtung verfahrbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Abnahme der positionsgebenden Trigger-Impulse am verfahrbaren Element (1,3) ein inkrementeller Winkel-Encoder vorgesehen ist, der an der Achse des Motors angebracht ist, in dessen Richtung die Fahrtrichtung des Meßprofils fällt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Abnahme der positionsgebenden Trigger-Impulse am  
verfahrbaren Element (1,3) selbst ein inkrementeller oder  
absolut messender Positionsgeber angebracht ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Positionsgeber ein Glasmaßstab ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das zur Ableitung der Grundsignale vorgesehene Inter-  
face (8) einen programmierbaren und speichernden  
Mikrocontroller aufweist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Mikrocontroller Bestandteil der Fahrsteuerung  
(2) ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Controller (4) ein PC ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Sensor (1) ein optisch arbeitender Sensor ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Sensor (1) ein Laserfleck-Sensor ist.

